

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-198496

(43)公開日 平成5年(1993)8月6日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
21/302	Z	7353-4M		
		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 6 1 N

審査請求 未請求 請求項の数5(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-31281

(22)出願日 平成4年(1992)1月23日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 茂木 清

東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

(72)発明者 工藤 祐司

東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

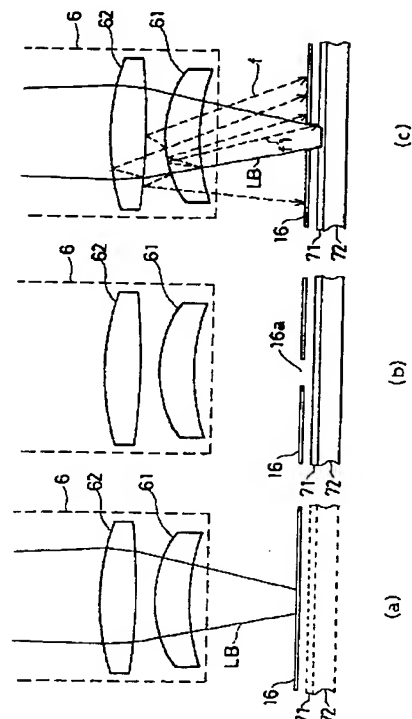
(74)代理人 弁理士 佐藤 正年 (外1名)

(54)【発明の名称】 薄膜除去装置及び薄膜除去方法

(57)【要約】

【目的】 エネルギー光の照射によって薄膜（レジスト等）の所望領域を除去するにあたって、フレアによる除去領域周辺の薄膜の変質を防止することのできる薄膜除去装置及び除去方法を提供する。

【構成】 対物レンズ6とレジスト層71との間にポリイミドフィルム等の不透明部材16を配置し、ウエハ72を退避させた状態でレーザー光LBを照射して、不透明部材16に開口部16aを形成する。次いで、ウエハ72上のレジスト層71に開口部16aを介してレーザー光LBを照射し所定領域のレジストを除去する。このとき大部分のフレアfは不透明部材で遮断される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定のエネルギー光を射出する光源と、基板上に被着された薄膜の所望の部分に前記エネルギー光を照射する照射光学系とを有し、前記エネルギー光の照射によって前記薄膜の所望の部分を除去する薄膜除去装置において、

前記基板と前記照射光学系との間の空間に、前記エネルギー光に対してほぼ不透明、かつ所定形状の開口部を有する部材が設けられていることを特徴とする薄膜除去装置。

【請求項2】 前記照射光学系は該照射光学系と前記基板との間の空間に前記エネルギー光の集光点を形成し、該集光点上に前記不透明部材を設けたことを特徴とする請求項1記載の薄膜除去装置。

【請求項3】 前記不透明部材には所定形状の開口が設けられており、該開口部の形状は、前記不透明部材の表面にほぼ等しい平面と前記エネルギー光との重複領域にほぼ等しいことを特徴とする請求項1記載の薄膜除去装置。

【請求項4】 前記薄膜は前記エネルギー光に対して感光性を有するレジストであることを特徴とする請求項1に記載の薄膜除去装置。

【請求項5】 基板上に被着された薄膜に選択的にエネルギー光を照射することによって、前記薄膜の所望の部分を除去する薄膜除去方法において、

前記基板と前記照射光学系との間に前記エネルギー光に対して不透明な部材を配置し、前記薄膜に前記エネルギー光を照射するに先立って、前記不透明部材に前記エネルギー光を照射することによって、前記不透明部材に前記エネルギー光が通過する開口部を設け、しかる後、該開口部を介して前記エネルギー光を前記薄膜に照射し、前記薄膜の所望の部分を除去することを特徴とする薄膜除去方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば半導体ウェハやガラスプレート等の基板上に被着された薄膜（フォトリソレジスト層）に選択的にエネルギー光を照射することにより、薄膜の所望の部分を除去する薄膜除去装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子製造の光リソグラフィ工程では、ウェハの露光領域に付随して設けられたアライメント（位置合わせ）マークからの光情報を光電検出することによって、重ね合わせ露光すべきレチクルやマスクとウェハとを相対的に位置合わせしている。通常、ウェハのアライメントは、アライメントマークに光を照射し、そのマークからの反射光、散乱光、又は回折光等を光電検出することによって行われる。しかしながら、露光前のウェハには必然的にレジストが被着されているため、

アライメントマークの検出はレジスト層（1～2 μ mの厚さ）を介して行われることになる。アライメントを露光装置の投影光学系を介して行う場合（TTL方式：Through The Lens）、投影光学系は強い色収差を有しているので、アライメントの際にも露光光を使用する必要があるが、当然ながら露光光はレジストに吸収されるため、アライメントマークから発生する光情報がレジスト層の影響で弱められてしまうという不都合が生じる。

【0003】また、アライメントマークが微小な段差構造をとることから、マーク周辺でレジストの膜厚が不均一になることは避けられない。このため、薄膜固有の干渉効果がマーク近傍で顕著になったり、あるいはマーク両側でレジスト膜厚のムラが非対称になったりすること等によってアライメント精度が低下してしまう。

【0004】更に、パターンの微細化を図るために多層レジストを使う場合等、アライメントマークそのものが照明波長のもとで光学的に見えなくなるといった現象が起こり得るため、アライメント精度の確保はなかなか難しい問題となっている。

【0005】そこで、アライメント動作に先だって、エキシマレーザ等の紫外域の高エネルギービームを光学系を介してマーク上部のレジスト層に照射することでレジストを部分的に除去することが考えられている。このレジスト除去のメカニズムは、有機高分子材料からなるレジストにエキシマレーザのような高強度の短パルス紫外光を照射すると、レーザを吸収した照射部分のレジストの分子結合が切断されて、分解・飛散するアブレーション過程に基づくものと考えられる。このアブレーションによる除去においては、除去される部分の断面がシャープであり、照射部分の周囲に熱的な損傷・歪がない等の利点がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記のような高エネルギービームによる薄膜除去の技術においては、以下に説明するような問題点があった。まず、照射されるレーザ光の最適なエネルギー値について、図5を用いて説明する。図5はレジスト層に照射されるパルス当りのエネルギー密度P（横軸）とレジスト層がアブレーション過程によって除去される深さ（縦軸）との関係を示したものである。ここでは横軸は対数目盛である。

【0007】この図から明らかなように、レーザ光の単位パルス当りのエネルギー密度P（J/cm²・pulse）が閾値P_{th}を越えるまでは、レーザ光が照射されてもレジスト層は除去されないが、エネルギー密度が閾値P_{th}を越えると、レジスト層の除去深さはエネルギー密度Pの対数に比例して増大する。

【0008】この時に使用されるレーザ波長、例えばKrFエキシマレーザをその露光波長として設計されたレジストに対してはKrFエキシマレーザの波長（248nm）よりも短いものが適当である。なぜならば、レジ

スト等のポリマーをアブレーション現象に於いて効率良く除去するためには、ポリマー自身が照射エネルギー光を効率良く吸収する必要がある。一方、レジストはその露光波長に於いて、その吸収率が小さくなる様に設計され、また、一般にポリマーは波長の短い光ほど光吸収率が大きくなるからである。

【0009】例えばレーザー光源として波長が193nmのArFエキシマレーザを用いた場合の閾値 P_{th} は、一般のレジストでは $30 \sim 40 \text{ mJ/cm}^2 \cdot \text{pulse}$ の値を示す。実験においてパルス当りのエネルギー密度を $100 \text{ mJ/cm}^2 \cdot \text{pulse}$ として、厚さ $1 \mu\text{m}$ のレジストを完全に除去するのに約30パルスのレーザ照射が必要であり、合計 3 J/cm^2 を要することがわかった。

【0010】一方、所望の除去領域にレーザ光を照射するための対物レンズ（照射光学系）に用いられる石英ガラス等の反射防止コートは、これら紫外のレーザ光波長に対して十分な反射防止効果を持つ物は現在得られていない。このため、この反射防止コートを施した石英ガラスからなる対物レンズでは数%のフレアがレーザ照射領域周囲に発生する。照射領域のエネルギー密度が 3 J/cm^2 の場合、その周囲には数 10 mJ/cm^2 の照射が行われることとなる。

【0011】この時のフレアの発生の様子を図4を用いて説明する。図において、対物レンズ6は複数のレンズ61、62（図では代表して2つのレンズを示す）等で構成され、ウエハ72上に塗布されたレジスト層71の所望の除去領域にレーザ光LBを集光させる。この際、レーザ光LBの一部は各レンズの表、裏各面で反射されて、本来、レーザ光が照射されるべき領域の周囲に図中、点線で示す様にフレアfとして照射される。このフレアfによる照射エネルギー密度はアブレーション現象を起こすには不十分なため、レジストを除去することがないが、レジスト71を感光するには十分なエネルギーを与えることになり、後のパルス露光、現象後のレジストパターン形状に影響を与える不都合が生じる。例えば、レジスト71がポジ型の場合には膜減り現象、ネガ型の場合にはフレアfによる照射がなされた部分のレジスト71は全て残ってしまいパターン自身が形成されない場合がある。近年、開発が盛んな高感度の特徴とする化学増幅型レジストではこの現象がより顕著になる。

【0012】この発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、エネルギー光の照射によって薄膜（レジスト等）の所望領域を除去するにあたって、フレアにより除去領域周辺の薄膜が変質することを防止できる薄膜除去装置及び除去方法を提供することを目的とするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1の薄膜除去装置は、所定のエネルギー光を射出する光源と、基板上に被着された薄膜の所望の部分にエネルギー光を照射する照

射光学系とを有し、前記エネルギー光の照射によって前記薄膜の所望の部分除去する薄膜除去装置において、上記の課題を達成するために、前記基板と前記照射光学系との間に、前記エネルギー光に対して不透明であり、かつ所定形状の開口部を有する部材が設けられているものである。

【0014】請求項2の薄膜除去装置においては、前記照射光学系は該照射光学系と前記基板との間の空間に前記エネルギー光の集光点を形成し、該集光点上に前記不透明部材が設けられている。

【0015】請求項(3)の薄膜除去装置においては、前記開口部の形状は、前記不透明部材の表面にほぼ等しい平面と前記エネルギー光との重複領域にほぼ等しいものである。

【0016】請求項5の薄膜除去方法は、基板上に被着された薄膜に選択的にエネルギー光を照射することによって、前記薄膜の所望の部分除去するにあたって、上記の課題を達成するために、基板と照射光学系との間に前記エネルギー光に対して不透明な部材を配置し、前記薄膜に前記エネルギー光を照射するに先立って、前記不透明部材に前記エネルギー光を照射することによって前記不透明部材に前記エネルギー光が通過する開口部を設け、しかる後、該開口部を介して前記エネルギー光を前記薄膜に照射するものである。

【0017】

【作用】本発明の薄膜除去装置で用いられる不透明部材は、照射エネルギー光の波長において高い吸収率をもつ例えばポリイミドフィルム等の部材であり、所定形状の開口部を設ける。本発明では、薄膜除去を行なうにあたって、不透明部材の開口部を介して薄膜にエネルギー光を照射する。その際、エネルギー光が照射光学系のレンズで反射されフレアが発生するが、フレアはエネルギー光とは異なる角度で放射されるため（図4参照）、ほとんどのフレアは開口部を通過せず、不透明部材で遮断される。請求項2の装置では、不透明部材の開口部の形状は不透明部材の表面にほぼ等しい平面とエネルギー光との重複領域にほぼ等しい形状となっているので、不透明部材によって正規のエネルギー光の光量を低下させることなく、かつ、開口部を通過して薄膜上に到達するフレアを最小限に抑えることができる。

【0018】請求項5の薄膜除去方法では、基板と照射光学系との間にエネルギー光に対して不透明な部材を配置し、薄膜にエネルギー光を照射するに先立って、不透明部材に前記エネルギー光を照射する。エネルギー光が照射された部分の不透明部材は、アブレーション現象によって除去され、不透明部材にエネルギー光が通過できる孔（開口部）が形成される。この時にできる開口部の形状は不透明部材の表面にほぼ等しい平面とエネルギー光との重複領域にほぼ等しい形状、換言すれば、不透明部材の配置位置におけるエネルギー光の断面形状にほぼ

一致する形状となり、上述したようにフレアの影響が最小限に抑えられる。この請求項5の方法によれば、除去領域の形状（エネルギー光の照射領域の形状）が頻繁に変わるような場合でも、薄膜除去に先立って不透明部材にエネルギー光を照射するだけで対応可能であり、作業効率を落とすことなくフレアの悪影響を避けることができる。

【0019】又、請求項2の薄膜除去装置では、照射光学系と薄膜との間の空間内にエネルギー光の集光点が形成されるように照射光学系が構成され、集光点上に不透明部材が設けられる。エネルギー光の密度は、集光点において最大となるため、請求5の方法のようにアブレーション現象によって不透明部材に開口部を形成するのに好都合である。

【0020】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。まず、図2は本実施例による薄膜除去装置の概略的な構成を示すブロック図である。図において、レーザー光源1から射出した紫外域に発振波長を有するレーザー光LBは、可変絞り2によって所定のビーム形状に成形された後、その大部分がビームスプリッタ3を透過してシャッター4に至る。

【0021】シャッター4はレーザー光LBを通過又は遮断させるものであり、シャッター4を透過したレーザー光はミラー5で反射された後、対物レンズ6に入射する。レーザー光は対物レンズ6で集光され、可変絞り2の開口形状となって、ウェハ7上のレジスト層（図2では図1、図3のウェハ72とレジスト層71を合わせてウェハ(7)として示す）を照射する。対物レンズ6とウェハ7との間には所定形状の開口部を有する不透明部材16が挿脱自在に配置されており、レーザー光LBは不透明部材16の開口部を通してレジスト層に照射される。不透明部材16については、後に詳しく説明する。

【0022】レジスト層を除去するレーザー光としては、エキシマレーザー、Nd:YAGレーザーの第3高調波、Arイオンレーザーの514.5nmの発振線の第2高調波等のように波長域150nm~360nmに発振線をもつものが好適である。

【0023】ウェハ7は、ステージコントローラ8により制御されてx方向とy方向とに二次元的に移動するxyステージ9の上に載置されている。xyステージ9の位置はレーザー干渉計等によって常時検出され、ステージコントローラ8に位置情報としてフィードバックされ、レーザー光LBの照射位置はxyステージ9を動かすことによってウェハ7上で例えば±0.01μmの精度で位置決めされる。

【0024】一方、ビームスプリッタ3で反射したわずかな量のレーザー光は集光レンズ10によって照射光量計11の受光面に集められ、照射光量計11はその光量（光エネルギー）に応じた光電信号をシステムコントロ

ーラ12に出力する。システムコントローラ12は、ステージコントローラ8にウェハ7のレーザー光LBに対する位置決めのための指令を発すると共に、レーザー光源1の制御系15、又はシャッター4に最適なレーザー照射光量が得られるような制御信号を発する。

【0025】例えばレーザー光源1がエキシマレーザー等のようにパルスレーザーを発生するものの場合、システムコントローラ12は照射光量系11からの光電信号に基づいて、最適なレーザー出力値と必要とされるパルス数とを算出し、それに対応した制御信号をレーザー制御系15に出力する。

【0026】またレーザー光源1がCWレーザーを発生するもの場合、システムコントローラ12は光電信号に基づいて最適なレーザー照射エネルギーと必要とされる照射時間とを算出し、出力値に関してはレーザー制御系15に制御信号を送り、照射時間に関してはシャッター4に制御信号を送る。

【0027】また、ウェハ7上に形成されたアライメントマークを検出するためのアライメント光学系13が、例えば対物レンズ6と異なる位置に設けられ、光電検出器等を含むマーク検出器14と共に、オフアクシス方式でウェハ7のアライメント計測を行う。マーク検出器14からアライメント信号がシステムコントローラ12に供給される。

【0028】このアライメント信号はウェハ7上の特定位置に設けられたマークを検出したとき発生するものであり、その発生したときのxyステージ9の位置をシステムコントローラ12が基準点として記憶することにより、レーザー光LBの照射位置とウェハ7上の任意の点との対応付け（グローバルアライメント）が完了する。なお、このグローバルアライメントの際には、マークはレジストで覆われているわけであるが、レジストを除去する際の位置決め精度は回路パターンを露光する際に要求される程の精度を要求されないので、問題にはならない。

【0029】レーザー光LBの照射位置をレジストを除去すべきアライメントマーク上に合致させた後、不透明部材16の開口部を介して所定強度のレーザー光LBを照射する。照射部分のレジストは、レーザー光LBのエネルギーによりその分子結合が切断され、更には気体または微粒子となってレジスト層より飛散する。この際、対物レンズ6で発生したフレアのほとんどは不透明部材16でさえぎられ、除去領域周囲のレジスト層が感光することはない。

【0030】次に、図1(a)、(b)、(c)を参照して本実施例におけるレジスト除去の方法について工程をおって説明する。まず、レジスト層71へのレーザー光LBの照射に先だって、ウェハ7（図2）を対物レンズ6の光軸外に退避させた状態で、対物レンズ6とレジスト層71（ウェハ72）との間の空間にポリイミドフィルムなど

からなる不透明部材16を駆動系17により配置する。この時、不透明部材16はなるべくレジスト層71表面に近い位置に配置することが望ましい。またフレアによる感光を防止するには不透明部材16をレジスト層71上に密着させることも考えられるが、レジスト層71と接触あるいは密着させることはレジスト層71表面を汚染する恐れがあるためここでは不透明部材を対物レンズ6とレジスト層71との間の空間に設けてある。

【0031】この状態で、図1(a)のように、不透明部材16に対してレーザ光LBの照射を行う。ここでこの不透明部材16についても前述のアブレーション現象によって開口部を設けることが可能であり、不透明部材16についても図5に示したような関係は成り立つ。この時の不透明部材16上におけるレーザ光LBのエネルギー密度は不透明部材16をアブレーション現象によって加工するのに十分な大きさになるようにレーザ光源1（図2参照）の出力を調整する。換言すれば不透明部材16の除去が開始されるときエネルギー密度の閾値を P_{th1} とするとレーザ光源1の出力を閾値 P_{th1} 以上となるように調整する。このレーザ光LBの照射は不透明部材16に開口部16aが形成されてレーザ光が不透明部材16を通過するまで続ける。

【0032】次に、図1(b)の様に対物レンズ6の焦点位置にレジスト（レジスト層71）を塗布したウエハ7を配置し、レーザ光LBのレジスト面上におけるエネルギー密度がアブレーション現象によってレジストを除去するのに適当な大きさとなるよう調整した上で、換言すればレジスト層71の除去が開始されるときエネルギー密度の閾値を P_{th2} とすると光源1の出力を閾値 P_{th2} 以上となるように調整した上で、レーザ光LBの照射を行う。レーザ光LBは不透明部材16の開口部16aを通過してレジスト層71に至り、照射領域のレジストが除去される。開口部16aを設ける工程は、ウエハ7が対物レンズ6の光軸内にある場合に行ってもよい。

【0033】一方、開口部16aの形状は、所定位置に配置された不透明部材16の表面とほぼ等しい平面とレーザ光LBとの重複領域にほぼ等しいため、換言すれば不透明部材16の配置位置におけるレーザ光LBの断面形状とほぼ一致するため、正規のレーザ光LBとは異なる角度で放射されるフレアfはその大部分が不透明部材16によって遮断されレジスト層71に達することはない。一部のフレア（図1(c)中の f_1 で示す）は開口部16aを通過してレジスト層71表面に到達してレジストを感光させるが、この感光範囲はごく僅かであり（正規のエネルギー光とほぼ同じ方向に進むフレアでなければ開口部を通過できないので、開口部を通ったフレアは除去領域内又はその近傍に到達する）、後のIC製造工程で問題にならない程度のものである（図1(c)）。以上のようにして、実質的にフレアの影響を受けずに、所望の領域のレジストを除去することができる。図1(a)で

説明した不透明部材16の加工（開口部16aの形成）工程は、レジストを除去すべき領域の形状や大きさが変わることに行えば良い。又、ウエハ交換毎に不透明部材16も交換し、ウエハ毎に所望の加工工程を行うようにしてもよい。さらに予めウエハに合わせて加工を加えた不透明部材を対物レンズ6とレジスト層71との間に所定の位置関係で配置してもよい。

【0034】次に図3は本発明の第2実施例による薄膜除去装置の要部構成図である。第2実施例の装置の全体的な構成は第1実施例（図2参照）と同様であるが、対物レンズ26が、対物レンズ26とレジスト層71との間の空間上にエネルギー光の集光点Pが形成されるように構成され、集光点P上に不透明部材16が配置されている点が第1実施例と異なる。集光点Pにおいてレーザ光LBのエネルギー密度は最も高くなるので、この位置に不透明部材16を配置することによって、開口部を形成する際に密度の高いエネルギー光を照射しなければならない材料（アブレーション現象の起こる閾値の高い材料）を不透明部材16として用いる場合でも容易に開口部を形成することができる。また開口部16aの大きさが図1の開口部16aの大きさより小さいため、レジスト層71に達するフレアは開口部16aに比べて少なくなる。

【0035】さらに、集光点Pでのエネルギー密度を P_{th3} とすると、 $P_{th3} > P_{th1}$ ならば、前述の閾値 P_{th1} が閾値 P_{th3} より小さい場合はもちろん、大きい場合でも、レーザ光LBのエネルギー密度をレジスト層71に合わせて、閾値 P_{th3} 以上となるように調整するだけで開口部16aの形成とレジスト層71の除去が可能となる。この場合、エネルギー密度の調整は不要となるためウエハ7を対物レンズ6の光軸外に退避させた状態でレーザ光LBの照射を行う工程が不要となる。尚、 $P_{th3} < P_{th1}$ の場合でもこのような配置はエネルギー密度の調整量を小さくできるという利点がある。なお、上記の実施例では、ウエハ上に塗布されたフォトリソを部分的に除去する場合について説明したが、本発明は感光性を有しない薄膜の部分的な除去にも適用できることは言うまでもない。

【0036】

【発明の効果】以上の様に本発明に於いては、エネルギー光の照射によって薄膜の所望の領域を除去する際に、不透明部材に形成された所定形状の開口部を介してエネルギー光を照射するので、薄膜に到達するフレアを最小限に抑えることができ、フレアにより除去領域周辺の薄膜が変質、例えばフォトリソにあっては感光することを防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明第1実施例における薄膜除去工程を説明する図。

【図2】本発明第1実施例の薄膜除去装置の概略的な構

成を示すブロック図。

【図 3】 本発明第 2 実施例による薄膜除去装置の要部構成図。

【図 4】 従来装置における問題点を説明するための図。

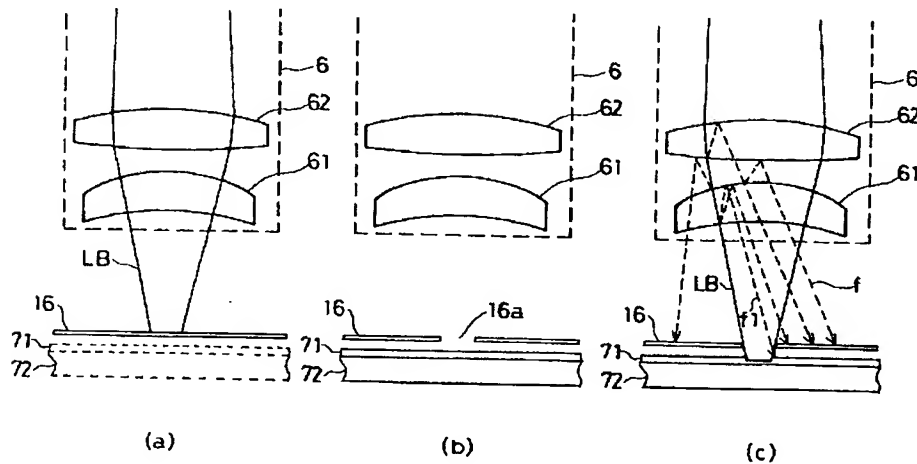
【図 5】 エネルギー光の密度と除去深さの関係を示す

図。

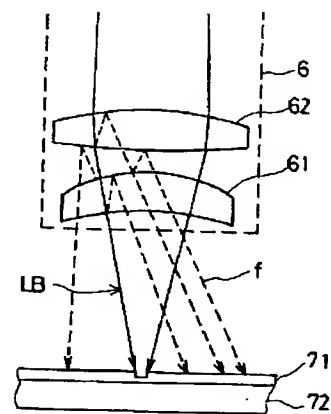
【符号の説明】

6, 26…対物レンズ、7, 72…ウエハ、71…レジスト層、16…不透明部材、16a…開口部、f…フレア、LB…レーザ光。

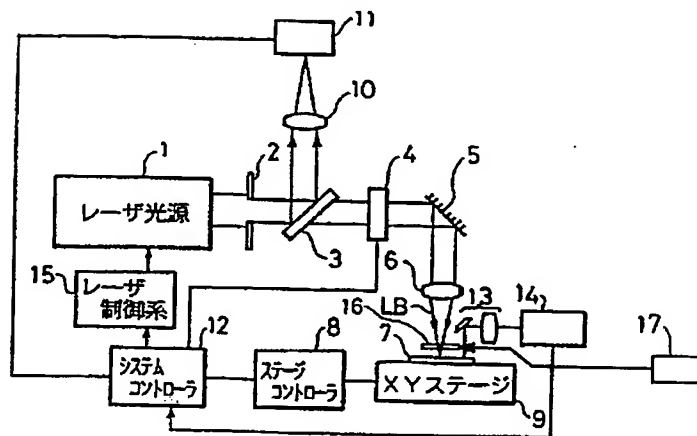
【図 1】



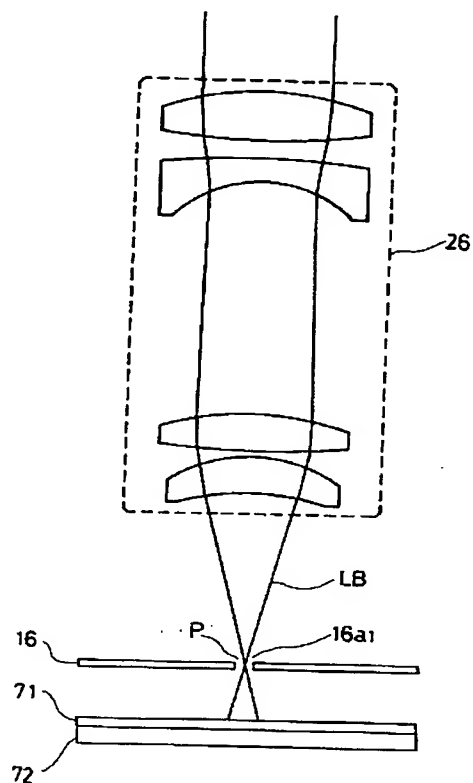
【図 4】



【図 2】



【図 3】



【図 5】

